

IP20 Rec'd PCT/PTO 22 MAR 2006

**Bezeichnung der Erfindung**

10

Kugellager

**Beschreibung**

15

**Gebiet der Erfindung**

Die Erfindung betrifft ein Kugellager mit einem Lagerring und mit einem Käfig sowie mit wenigstens einer Anlauffläche an dem Lagerring, wobei der Käfig mit umfangsseitig um eine Rotationsachse des Kugellagers zueinander benachbar-

20 ten Taschen versehen ist und dabei jede der Taschen in eine mit der Rotationsachse gleichgerichtete axiale erste Richtung von einem ersten Bord sowie in wenigstens in eine zu der ersten Richtung entgegengesetzten zweiten Richtung von einem zweiten Bord zumindest teilweise begrenzt ist und wobei zumindest einer der Borde in eine radiale Richtung von einer radialen Führungs-

25 fläche begrenzt ist und dabei die Führungsfläche der Anlauffläche zumindest radial gegenüberliegt.

**Hintergrund der Erfindung**

30

Die Erfindung betrifft alle denkbaren Ausführungen von Kugellagern, bei denen die Kugeln in einem Käfig geführt sind und bei dem die Borde des Käfigs radial zueinander versetzt sind. Die Erfindung betrifft weiter insbesondere Schrägku-

gellager mit symmetrischen und/oder unsymmetrischen Innen- und Außenringen. Außerdem lässt sich die Erfindung bevorzugt an hochgenau ausgelegten Lagern anwenden, insbesondere dann, wenn der Käfig an der zur Laufbahn niedrigen Schulter des Innen- oder Außenringes geführt ist.

5

Derartige Kugellager in Schrägkugellagerausführung werden häufig für die Lagerung von sehr hoch drehenden Spindeln eingesetzt. An die Lagerung der Spindeln sind hohe Anforderungen hinsichtlich der Laufruhe, der Erwärmung in den Lagerstellen und hinsichtlich der Lebensdauer gestellt. Hohe Laufruhe der  
10 Lager wird zum Beispiel auch durch eine genaue Führung des Käfigs im Lager erreicht, da die Lage und die Bewegung des Käfigs im Betriebszustand stabilisiert werden muss.

Die Führung des Käfigs bereitete der Fachwelt bis zu dem Zeitpunkt, an dem  
15 die Erfindung gemacht wurde, ständig Probleme. Der Käfig neigt innerhalb des Führungsspieles aufgrund unterschiedlicher Massen der Borde zwischen dem Käfig und der Führung an dem Lagerring zum Kippen um umfangsseitig tangentielle Kippachsen. Das Verkippen des Käfigs führt außerdem zu Kantenberührungen des Käfigs mit der Führung am Lagerring - der Schmierfilm zwischen  
20 dem Käfig und seiner Führung wird ganz oder teilweise durchbrochen. Das wiederum führt zu erhöhtem Verschleiß und Temperaturen in den und zu Frühausfällen der Lager.

In US 3,65,592 ist ein Kugellager der gattungsbildenden Art beschrieben. Das  
25 Schrägkugellager weist einen äußeren Lagerring auf. Der Lagerring ist mit der an derartigen Lagern geläufigen hohen Schulter versehen. An dem Lagerring ist weiterhin eine Anlaufläche ausgebildet, die wie auch in weiterem bekannten Stand der Technik, an einer niedrigen Schulter des äußeren Lagerringes ausgebildet sein kann. An der Anlaufläche läuft ein Kugelkäfig an. Der Käfig ist mit  
30 umfangsseitig um eine Rotationsachse des Kugellagers zueinander benachbarten Taschen versehen. Die Taschen sind in beide mit der Rotationsachse gleichgerichtete axiale Richtungen jeweils von einem Bord begrenzt. Die Borde des Lagers der gattungsbildenden Art verlaufen ringförmig um die Rotations-

achse des Lagers oder ein Bord ist alternativ von Schnappöffnungen an den Taschen unterbrochen bzw. die Borde sind in Umfangsrichtung zwischen den Taschen mit anderen Aussparungen versehen. Alternativ sind die Borde auch zwischen den Taschen durch die Stege des Käfigs verstärkt.

5

Einer der Borde an dem in US 3,645,592 beschriebenen Lager ist in eine radiale Richtung von einer äußeren radialen Führungsfläche begrenzt und im Lager zum äußeren Lagerring spielfrei an einer der Führungsfläche radial gegenüberliegenden Anlauffläche radial geführt. Derartiger Kontakt zwischen dem Lager-  
10 ring und dem Käfig erzeugt nachteilig hohe Reibung und Verschleiß. Das von Poren durchdrungene Material dieses Käfigs fördert zwar die Zuführung des Schmierstoffes an die Führungsfläche, schwächt jedoch auch nachteilig die Festigkeit des Käfigs. Ein derartiger Käfig ist in einem sehr hoch drehendem Lager nur bedingt oder nicht zu verwenden.

15

### **Zusammenfassung der Erfindung**

Die Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Kugellager zu schaffen, dessen  
20 Einheit aus Lagerring und Käfig insbesondere bei hohen Drehzahlen ruhig läuft, bei dem die Führung des Käfigs an dem Lagerring ausreichend geschmiert ist und bei dem der Käfig mit geringer Reibung an der Führung abläuft.

Diese Aufgabe ist nach dem kennzeichnenden Teil des Anspruches 1 und ei-  
25 nem weiteren unabhängigen Anspruch sowie mit den Ausgestaltungen dieser gelöst.

Die Erfindung ist vorzugsweise für das Führen des Käfigs an einem äußeren, den Käfig mit den Kugeln umgreifenden, Lagerring aber auch zum Führen am  
30 inneren Lagerring geeignet. Dabei ist die Anlauffläche an der niedrigen Schulter oder direkt an einem Lagerring ohne niedrige Schulter ausgebildet. Die niedrige Schulter ist zu der hohen Schulter mit Bezug auf den Lagerring radial zurückgesetzt. Alternativ ist die Anlauffläche direkt an einem Lagerring ohne niedrige

Schulter ausgebildet. Die Erfindung ist insbesondere für Schrägkugellager in hochgenauer Ausführung zur Lagerung von Spindeln geeignet. Der Druckwinkel (Kontaktwinkel) dieser Lager liegt bevorzugt in einem Bereich von  $12^\circ \leq$  bis  $\leq 35^\circ$ .

5

Die Anlaufläche ist in axiale Richtung (in einem gedachten Längsschnitt längs der Rotationsachse betrachtet) nicht parallel zur Rotationsachse ausgerichtet, sondern verläuft zu der Rotationsachse geneigt. In Umfangsrichtung ist die Anlaufläche ringförmig ausgebildet oder in Umfangsrichtung in Flächenabschnitte eingeteilt bzw. in mehrere Anlauflächen aufgeteilt. Ebenso ist die an dem Bord des Käfigs ausgebildete Führungsfläche ringförmig ausgebildet oder in Umfangsrichtung unterbrochen bzw. in Axial- und/oder in Umfangsrichtung in mehrere Führungsflächen aufgeteilt.

15 Während des Betriebes läuft die Führungsfläche an der schräg gerichteten Anlaufläche an. Damit wird bewusst eine Axialkraft auf den Käfig erzeugt, die den Käfig am Verkippen um die Kippachsen hindert. Der Käfig läuft im rotierenden Lager ruhiger.

20 Die Führungsfläche an dem Käfig kann weiter parallel zu der Rotationsachse ausgerichtet verbleiben oder, alternativ dazu, auch zur Rotationsachse geneigt mit einem zumindest annähernd gleichem Abstand zur Anlaufläche mit dem Verlauf der Anlaufläche korrespondieren. Bei der zuletzt genannten Ausgestaltung der Erfindung ist der Abstand bei direktem Kontakt im Betrieb des Lagers an dem Anlauf gleich Null oder vorzugsweise durch ein definiertes zwischen 25 den Flächen gleichmäßig ausgebildetes Spaltmaß einer Abmessung bestimmt. In dem durch das Spaltmaß bestimmten Spalt zwischen der Anlauf- und der Führungsfläche kann sich ein hydrodynamischer Schmierfilm bilden, der die Reibung und den Verschleiß an der Käfigführung vorteilhaft nahezu auf Null 30 reduziert.

Die Erfindung sieht auch vor, dass bei allen Betriebsbedingungen, auch unter widrigsten Betriebsbedingungen des Lagers, ein kleinstmögliches radiales

Spaltmaß zwischen der Führungsfläche und der Anlauffläche größer Null verbleibt. Berücksichtigt ist mit diesem Spaltmaß auch, dass sich der Käfig durch Fliehkräfte im Durchmesser vergrößern kann, dass ein radialer Versatz zwischen der Mittelachse des Käfigs und der Rotationsachse des Lagers vorliegen kann und dass sich die Durchmesser des Käfigs aufgrund von Volumenänderung durch Flüssigkeiten, wie Wasser oder Öle, ändern können.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

10

Nachfolgend werden anhand der Figuren 1 bis 3 weitere Ausgestaltungen der Erfindung und Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Es zeigen im einzelnen:

15

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel eines Kugellagers in der Ausführung eines Schrägkugellagers für die Lagerung von Spindeln im Längsschnitt längs der Rotationsachse des Kugellagers,

20

Figur 2 eine vereinfachte, nicht maßstäblich und vergrößerten Darstellung des Details Z aus Figur 1,

Figur 2a und Figur 2b

25

weitere alternative Ausgestaltungen des Details Z aus Figur 2,

30

Figur 3 ein Ausführungsbeispiel eines Käfigs in einem geschnittenen Detail für ein Lager gemäß Erfindung aus Kunststoff und

Figur 3a das Detail Z der Führungsfläche aus Figur 3 mit radialen

und zueinander beabstandeten Vertiefungen, in einer vergrößerten und nicht maßstäblichen Schnittdarstellung.

5

### Detaillierte Beschreibung der Zeichnungen

- Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Kugellagers 1 in der Ausführung eines Schrägkugellagers 2 für die Lagerung von Spindeln im Längsschnitt längs der Rotationsachse 1a des Kugellagers. Das Kugellager 1 weist einen äußeren Lagerring 3, einen inneren Lagerring 4 und einem Käfig 5 auf sowie ist mit Dichtungen 6 versehen. An dem äußeren Lagerring 3 sind Schultern 7 und 8 ausgebildet. Die hohe Schulter 7 steht mit Bezug auf den Lagerring 3 radial in Richtung der Rotationsachse 1a weiter hervor als die niedrige Schulter 8.
- 10 Der Käfig 5 ist umfangsseitig mit um die Rotationsachse 1a des Kugellagers 1 zueinander benachbarten Taschen 9 versehen, von denen in der Darstellung nach Figur 1 nur eine Tasche 9 und dabei längs geschnitten dargestellt ist. Jede der Taschen 9 ist in eine der mit dem Doppelpfeil 10 gekennzeichneten axialen Richtungen von einem ersten Bord 11 sowie in die zu der ersten Richtung entgegengesetzte Richtung von einem zweiten Bord 12 begrenzt.
- 20 Zwischen den Taschen 9 verlaufen Stege 13.

- Der Bord 11 ist radial außen von einer Führungsfläche 14 begrenzt. Die Führungsfläche 14 liegt einer Anlauffläche 15 an der Schulter 8 radial gegenüber.
- 25 Dabei ist die Führungsfläche 14 radial nach außen und die Anlauffläche 15 radial nach innen gewandt. Die Anlauffläche 15 und die Führungsfläche 14 verlaufen um die Rotationsachse 1a bzw. um die Mittelachse des Käfigs 5. Die Führungsfläche 14 und die Anlauffläche 15 sind radial um den Spalt 16 voneinander getrennt. Der Spalt 16 ist größer als der Spaltabstand 17 zwischen einer radialen Ringfläche 18 der Schulter 7 und der radial äußeren Kontur 19 des Bordes 12.
- 30

Die Borde 11 und 12 sind radial so zueinander versetzt, dass die zu der Rotati-

onsachse 1a radial am nächsten liegenden Kontur 24 der Führungsfläche 14 weiter radial von der Rotationsachse 1a entfernt ist, als die radial am weitesten von der Rotationsachse entfernte radial äußerste Kontur 19 des Bordes 12.

- 5 Wie aus Figur 2, einer vereinfachten, nicht maßstäblichen und vergrößerten Darstellung des Details Z aus Figur 1 ersichtlich ist, sind sowohl die Führungsfläche 14 als auch die Anlaufffläche 15 zur Rotationsachse um den Winkel  $\phi$  geneigt. Die radialen Abstände 20 a – c zwischen der Rotationsachse 1a und der Anlaufffläche 15 werden ausgehend von einer zu der Rotationsachse 1a radial am weitesten entfernten sowie sich in Umfangsrichtung erstreckenden Konturlinie 21 der Anlaufffläche 15, mit zunehmender axialer Entfernung von der Konturlinie 21 und mit zunehmender axialer Entfernung zu dem größten Abstand 20 zur Taschenmitte 9a hin immer kleiner. Die Führungsfläche 14 ist durch die Distanzen 22 a-c beschrieben. Die Distanzen 22 a – c werden mit zunehmendem axialem Abstand Konturlinie 23 und zu der kleinsten Distanz 22 um den Betrag größer, um den die Abstände 20 a – c kleiner werden. Demnach ist der Spalt 16 durch ein gleichmäßiges Spaltmaß definiert.

- Figur 2a zeigt eine alternative Ausgestaltung des Details Z zu Figur 2. Die Anlaufffläche 15 ist in diesem Fall wiederum um den Winkel  $\phi$  geneigt, jedoch verläuft die Führungsfläche 14 in axialer Richtung parallel zu der Rotationsachse 1a geneigt.

- Figur 2b zeigt eine weitere alternative Ausgestaltung des Details Z zu Figur 2.
- 25 Die den Verlauf der Anlaufffläche 15 definierenden radialen Abstände 20 a-c zwischen der Rotationsachse 1a und der Anlaufffläche 15 werden mit zunehmender axialer Entfernung von dem Abstand 20 in beide axiale Richtungen kleiner, so dass die Anlaufffläche 15 in einem gedachten Längsschnitt längs der Rotationsachse betrachtet zu der Rotationsachse konvex ausgewölbt ist. Die radial gegenüberliegende Führungsfläche 14 ist der Anlaufffläche angepasst, konkav in Richtung der Rotationsachse 1a eingewölbt. Die Flächen 14 und 15 korrespondieren demnach so miteinander, dass der Spalt 16 durch ein einheitliches Spaltmaß definiert ist.

Zur Vereinfachung der Darstellung wurden nur die Abstände 20a –c und die Distanzen 22a - c in der Zeichnung markiert, es ist jedoch ersichtlich, dass die Anlauffläche 14 und die Führungsfläche 15 durch beliebig viele axial aufeinanderfolgende Abstände 20<sub>a-x</sub> bzw. Distanzen 22<sub>a-x</sub> beschreibbar sind.

Die Innenfläche des die Tasche (9) begrenzenden Teilabschnittes 25 ist ein innerer ringförmig in der Tasche umlaufender Flächenabschnitt eines gedachten Hohlzylinders 26. Der Taschenwinkel  $\gamma$  ist kleiner als der Druckwinkel  $\alpha$ . Der Taschenwinkel ist der Winkel, der zwischen der Mittelachse 9a (entspricht der Taschenmitte 9a des Hohlzylinders 26) und zwischen einer gedachten durch die Tasche (9) verlaufenden sowie zu der Rotationsachse 1a senkrechten Linie 27 ausgebildet ist. Der Druckwinkel  $\alpha$  ist der Kontaktwinkel des Schrägkugellagers und ist zwischen einer die Kugel 28 in der Tasche 5 mittig im Zentrum 32 der Kugel 28 schneidenden Kontaktlinie 29 und der senkrechten Linie 27 ausgebildet.

Jede einzelne Kugel 28 ist in ihrer jeweiligen Tasche 5 radial nach außen gehalten. Die Gestaltung der Tasche sieht zu diesem Zweck vor, dass der Flächenabschnitt 25 in einen Teilabschnitt 30 übergeht, der durch die Innenmantelfläche eines hohlen Kegelstumpfes definiert ist. Der die Mantelfläche beschreibende freie Abstand ist in diesem Fall ein Innendurchmesser 31 und ist kleiner als der Durchmesser der Kugel 28 in der Tasche 5 und ist außerdem zu der Rotationsachse 1a weiter beabstandet als das Zentrum 32 der Kugel 5.

25

Der Käfig 5 ist seitens des Bordes 11 an seiner von der Tasche 9 abgewandten sowie den Käfig 5 axial abschließenden Stirnseite 33 axial in Richtung der Tasche 9 sowie gegenüber der Führungsfläche 14 radial in Richtung der Rotationsachse 1a zurückgesetzt. Dadurch weist der Käfig eine um die Rotationsachse 1a umlaufende Fase 34 zwischen der Führungsfläche und der Stirnseite auf, durch die Freiraum für einen Sitz der Dichtung 6 geschaffen ist.

30

Zumindest die Innenkontur des Käfigs 5 aber auch möglicherweise die Fase 34



sind mittels spanabhebender Verfahren hergestellt. So ist es denkbar, dass die Innenkontur der Tasche 9 durch Bohren hergestellt ist, wobei die Mittelachse eines Bohrers der Mittelachse 9a entspricht.

- 5 Alternativ ist die Erfindung auch für die Anwendung in Lagern geeignet, deren Kunststoffkäfige in Spritzwerkzeugen hergestellt werden. So zeigt Figur 3 ein Ausführungsbeispiel eines Käfigs 35 aus Kunststoff in einer geschnittenen Detaildarstellung für ein Lager gemäß Erfindung. Der erste Bord 36 des Käfigs 35 ist zu dem zweiten Bord 37 radial soweit versetzt, dass die radial am weitesten
- 10 von der Rotationsachse 35a entfernte radial äußerste Außenkontur 38 des zweiten Bordes 37 und eine radial innerste sowie der Rotationsachse 35a am nächsten liegende Innenkontur 39 des ersten Bordes 36 an eine gemeinsame gedachte Teilungsebene 40 anstoßen. Dabei schließt die Innenkontur 39 in Richtung der Rotationsachse 35a radial mit der Teilungsebene 40 ab und die
- 15 Außenkontur 38 von der Rotationsachse 35a weg mit der Teilungsebene 40 radial ab.

Die Teilungsebene 40 ist eine Teilungsebene in einem nicht dargestellten Spritzwerkzeug und erstreckt sich von dem ersten Bord 36 aus zu dem zweiten

20 Bord 37 hin. Die Tasche 41 ist durch die Teilungsebene 40 radial geteilt. Die Teilungsebene 40 ist zu einem Teilkreishalbmesser 42 radial beabstandet. Der Teilkreishalbmesser 42 beschreibt den geläufigen durch die Zentren 32 einer Reihe Kugeln des nicht weiter dargestellten Schrägkugellagers gelegten Teilkreis.

25

Der Käfig 35 ist seitens des Bordes 43 an seiner von der Tasche 41 abgewandten sowie den Käfig 35 axial abschließenden Stirnseite 44 axial in Richtung der Tasche 41 sowie gegenüber der Führungsfläche 45 radial in Richtung der Rotationsachse 35a so zurückgesetzt, dass der Käfig 35 eine um die Rotationsachse 35a umlaufende Rille 46 zwischen der Führungsfläche 45 und der Stirnseite

30 44 aufweist.

Die Führungsfläche 45 weist umfangsseitig in zufälliger Anordnung über diese

Fläche verteilte Vertiefungen 47 auf (Figur 3a), deren Tiefe in der Größenordnung von wenigen Zehnteln eines Millimeters ausgebildet sind (Ausbildung wie die Oberfläche einer Orangenhaut). Denkbar ist auch derartige Vertiefungen in Form von Rillen (bevorzugt in Umfangsrichtung umlaufende) oder Taschen mit

5 definierten Abmessungen in der Größenordnung von wenigen Zehnteln eines Millimeters bis über einen Millimeter und mit festgelegten Abständen zueinander auszubilden. Die Vertiefungen sind als Speicher für Schmiermittel wie Fett oder Öl vorgesehen und verringern die Reibung zwischen der Führungsfläche 45 und eine gegenüberliegenden Anlauffläche im Betrieb des Lagers.

**Bezugszeichen**

1	Kugellager	29	Kontaktlinie
1a	Rotationsachse	30	Teilabschnitt
2	Schräggugellager	31	Innendurchmesser
3	äußerer Lagerring	32	Zentrum
4	innerer Lagerring	33	Stirnseite
5	Käfig	34	Fase
6	Dichtung	35	Käfig
7	Schulter	35a	Rotationsachse
8	Schulter	36	Bord
9	Tasche	37	Bord
9a	Taschenmitte (Mittelachse)	38	Außenkontur
10	Doppelpfeil	39	Innenkontur
11	Bord	40	Teilungsebene
12	Bord	41	Tasche
13	Steg	42	Teilungsradius
14	Führungsfläche	43	Bord
15	Anlaufläche	44	Stirnseite
16	Spalt	45	Führungsfläche
17	Spaltabstand	46	Rille
18	Ringfläche	47	Vertiefung
19	Kontur		
20 a-c	Abstand		
21	Konturlinie		
22 a-c	Distanz		
23	Konturlinie		
24	Kontur		
25	Teilabschnitt		
26	Hohlzylinder		
27	Linie		
28	Kugel		

### Patentansprüche

10

15

20

25

1. Kugellager (1) mit einem Lagerring (3,4) und mit einem Käfig (5, 35) sowie mit wenigstens einer Anlaufläche (15) an dem Lagerring (3,4), wobei der Käfig (5, 35) mit umfangsseitig um eine Rotationsachse (1a, 35a) des Kugellagers (1) zueinander benachbarten Taschen (9, 41) versehen ist und dabei jede der Taschen (9, 41) in eine mit der Rotationsachse (1a, 35a) gleichgerichtete axiale erste Richtung von einem ersten Bord (11, 36) sowie in wenigstens in eine zu der ersten Richtung entgegengesetzten zweite Richtung von einem zweiten Bord (12, 37) zumindest teilweise begrenzt ist und wobei zumindest einer der Borde (11, 12, 36, 37) in eine radiale Richtung von einer radialen Führungsfläche (14, 45) begrenzt ist und dabei die Führungsfläche (14, 45) der Anlaufläche (15) zumindest radial gegenüberliegt, **dadurch gekennzeichnet**, dass den Verlauf der Anlaufläche (15) in die axialen Richtungen definierenden radialen Abstände (20a, 20b, 20c) zwischen der Rotationsachse (1a, 35a) und der Anlaufläche (15) mit zunehmender axialer Entfernung von einem weitesten Abstand (20) zwischen der Rotationsachse (1a, 35a) und der Anlaufläche (15) kleiner werden, so dass die Anlaufläche (15) in einem gedachten Längsschnitt längs der Rotationsachse (1a, 35a) betrachtet zu der Rotationsachse (1a, 35a) hin abfällt.

2. Kugellager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abstände (20a, 20b, 20c) zwischen der Rotationsachse (1a) und der Anlauffläche (15) mit zunehmender axialer Entfernung von einer Taschenmitte (9a) kleiner werden.
3. Kugellager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abstände (20a, 20b, 20c) zwischen der Rotationsachse (1a) und der Anlauffläche (15) mit abnehmender axialer Entfernung von einer Taschenmitte (9a) kleiner werden.
4. Kugellager nach einem der Ansprüche 1,2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Führungsfläche (14) in die axiale Richtungen (10) parallel zu der Rotationsachse (1a) ausgerichtet ist.
5. Kugellager nach einem der Ansprüche 1,2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die den Verlauf der Führungsfläche (14) beschreibenden radialen Distanzen (22a, 22b, 22c) zwischen der Rotationsachse (1a) und der Führungsfläche (15), ausgehend von einer kleinsten Distanz (22) einer zu der Rotationsachse (1a) radial am nächsten liegenden Konturlinie (21) der Führungsfläche (14), mit zunehmender axialer Entfernung von der kleinsten Distanz (22) um den Betrag größer werden, um den sich die radialen Abstände (20a, 20b, 20c) zwischen der Anlauffläche (15) und der Rotationsachse (1a) verringern.
6. Kugellager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Führungsfläche (14, 45) radial nach außen gewandt und die Anlauffläche (15) radial nach innen gewandt ist.

- 5 7. Kugellager nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zu der Rotationsachse (1a, 35a) radial am nächsten liegenden Konturlinie (24) der Führungsfläche (14) weiter radial von der Rotationsachse (1a, 35a) entfernt ist als eine radial am weitesten von der Rotationsachse (1a, 35a) entfernte radial äußerste Kontur (19) des zweiten Bordes (12).
- 10 8. Kugellager nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kugellager (1) ein Schrägkugellager (2) ist, wobei der Lagerring (3) den Käfig (5) umfasst und dabei eine erste Schulter (8) mit der ringförmig ausgebildeten Anlauffläche (15) sowie eine zweite Schulter (7) aufweist, wobei die zweite Schulter (7) dem zweiten Bord (12) radial gegenüberliegt.
- 15 9. Kugellager nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein kleinstmögliches radiales Spaltmaß zwischen der Führungsfläche (14) und der Anlauffläche (15) größer ist als Null, wobei das kleinstmögliche radiale Spaltmaß ein kleinstes Betriebspiel zwischen dem rotierenden Käfig (5) in einem Betriebszustand des Kugellagers (1) ist.
- 20 10. Kugellager nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Spaltmaß in einer Größe von gleich oder größer vier Mikrometern bis gleich oder kleiner acht Mikrometern ausgebildet ist.
- 25 11. Kugellager nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Käfig (5, 35) aus Kunststoff ist und dass die Führungsfläche (14, 45) zumindest in Umfangsrichtung des Käfigs (5, 35) radiale und zueinander beabstandete Vertiefungen (47) aufweist.

12. Kugellager nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Käfig (5, 35) aus Kunststoff ist und dass zumindest der zweite Bord (12) einen in die Tasche (9) gerichteten Teilabschnitt (25) einer Innenfläche eines gedachten Hohlzylinders (26) aufweist und dass ein Taschenwinkel zwischen der Mittelachse (9a) des Hohlzylinders (26) und einer gedachten und dabei zur Rotationsachse (1a) senkrechten Linie (27) kleiner ist als der Druckwinkel zwischen der Linie (27) und zwischen einer Kontaktlinie (29) des Schrägkugellagers (2), wobei die senkrechte Linie (27) sowie die Kontaktlinie (29) die Kugel (28) im Zentrum (32) sowie dabei die Kontaktlinie (29) die Rotationsachse (1a) spitzwinklig schneiden.
13. Kugellager nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Teilabschnitt (25) der die Tasche (9) begrenzenden Innenfläche eine innere ringförmig in der Tasche (9) umlaufende Fläche des Hohlzylinders (26) ist.
14. Kugellager nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Taschenwinkel zwischen der Mittelachse (9a) des Hohlzylinders (26) und einer gedachten und dabei zur Rotationsachse (1a) senkrechten Linie (27) kleiner ist als der Lagerdruckwinkel zwischen der Linie (27) und einer Kontaktlinie (29) des Schrägkugellagers (2), wobei die senkrechte Linie (27) sowie die Kontaktlinie (29) die Kugel (28) im Zentrum (32) sowie dabei die Kontaktlinie (29) die Rotationsachse (1a) spitzwinklig schneiden.
15. Kugellager nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein freier Abstand (31) zwischen zwei einander gegenüberliegenden weiteren Teilabschnitten (30) der Tasche (9) kleiner ist als ein kleinstmöglicher Kugeldurchmesser einer Kugel (28) in der Tasche (9), wobei der freie Abstand (31) radial zu der Rotationsachse (1a) weiter beabstandet ist als das Zentrum (32) der Kugel (28).

16. Kugellager nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Teilabschnitt (25) einer die Tasche (9) begrenzenden Innenfläche ein ringförmig in der Tasche umlaufender Flächenabschnitt eines Hohlzylinders (26) ist, wobei der Flächenabschnitt in einen weiteren Teilabschnitt (30) der Innenfläche übergeht und dabei der weitere Teilabschnitt (30) die innere Mantelfläche eines gedachten Hohlkegelstumpfes aufweist und wobei der den Hohlkegelstumpf an der innen engsten Stelle beschreibende Innendurchmesser (31) der freie Abstand (31) ist.
- 10 17. Kugellager nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Käfig (35) aus Kunststoff ist und dabei der erste Bord (36) zu dem zweiten Bord (37) radial soweit versetzt ist, dass die radial am weitesten von der Rotationsachse entfernte radial äußerste Kontur (38) des zweiten Bordes (37) radial von der Rotationsachse (35a) weg und eine radial innerste sowie der Rotationsachse am nächsten liegende Innenkontur (39) des ersten Bordes (36) in Richtung der Rotationsachse (35a) gemeinsam an eine gedachte Teilungsebene (40) anstoßen, wobei die Teilungsebene (40) von dem ersten Bord (36) aus zu dem zweiten Bord (37) hin die Tasche (41) radial teilt und dass die Teilungsebene (40) zu einem Teilkreishalbmesser (42) radial beabstandet ist, wobei der Teilkreishalbmesser (42) einen gemeinsamen durch die Zentren (32) der Kugeln (28) in den Taschen 41 gelegten Teilkreis des Schrägkugellagers (2) beschreibt.
- 15 20 25 18. Kugellager nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Käfig (5, 35) an dem ersten Bord (11, 36) an einer von der Tasche (9, 41) abgewandten sowie den Käfig (5, 35) axial abschließenden Seite (44) axial in Richtung der Tasche (9, 41) sowie an der Führungsfläche (14, 45) radial in Richtung der Rotationsachse (1a, 35a) ausgespart ist.
- 30 19. Kugellager nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Käfig (5) eine um die Rotationsachse (1a) umlaufende Fase (34) zwischen der Führungsfläche (14) und der Seite (33) aufweist.



20. Kugellager nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Käfig (35) eine um die Rotationsachse (35a) umlaufende Rille (46) zwischen der Führungsfläche (45) und in der Seite (44) aufweist.

5

21. Schrägkugellager (2) mit einem Lagerring (3) und einem Käfig (5) sowie mit wenigstens einer ringförmig ausgebildeten Anlauffläche (15) an dem Lagerring (3), wobei der Käfig (5) mit umfangsseitig um eine Rotationsachse (1a) des Käfigs (5) zueinander benachbarten Taschen (9) versehen ist und dabei jede der Taschen (9) in eine mit der Rotationsachse (1a) gleichgerichtete axiale erste Richtung von einem ersten Bord (11) sowie in wenigstens in eine zu der ersten Richtung entgegengesetzten zweiten Richtung von einem zweiten Bord (12) zumindest teilweise begrenzt ist und wobei zumindest der erste Bord (11) in eine radiale Richtung von einer radialen Führungsfläche (14) begrenzt ist und dabei die Führungsfläche (14) der Anlauffläche (15) sowie der zweite Bord (12) einer Schulter (8) an dem Lagerring (3) wenigstens radial gegenüberliegt, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein kleinstmögliches radiales Spaltmaß zwischen der Führungsfläche (14) und der Anlauffläche (15) größer ist als Null, wobei das kleinstmögliche radiale Spaltmaß ein kleinstes Betriebspiel zwischen dem rotierenden Käfig (5) in einem Betriebszustand des Schrägkugellagers (2) ist und dass das Spaltmaß kleiner ist als ein kleinstmögliches weiteres radiales Spaltmaß zwischen dem zweiten Bord (12) und der Schulter (8).

10

15

20

25

22. Kugellager nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Spaltmaß in einer Größe von gleich oder größer vier Mikrometern bis gleich oder kleiner acht Mikrometern ausgebildet ist.

30

23. Kugellager nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Käfig (5) aus Kunststoff ist und dass die Führungsfläche (14) zumindest in Umfangsrichtung des Käfigs (5) radiale und zueinander beabstandete Vertiefungen (47) aufweist.

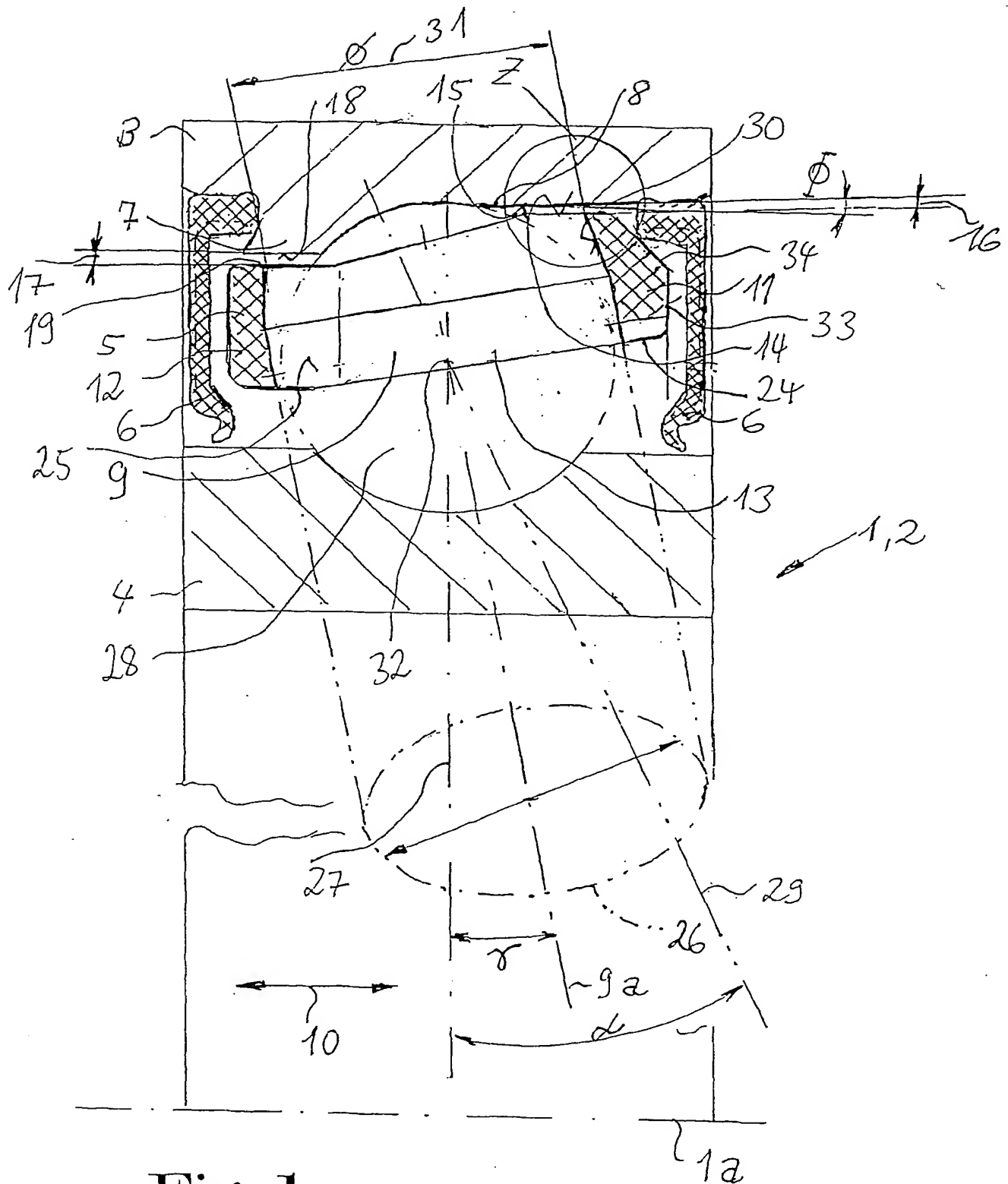


Fig. 1

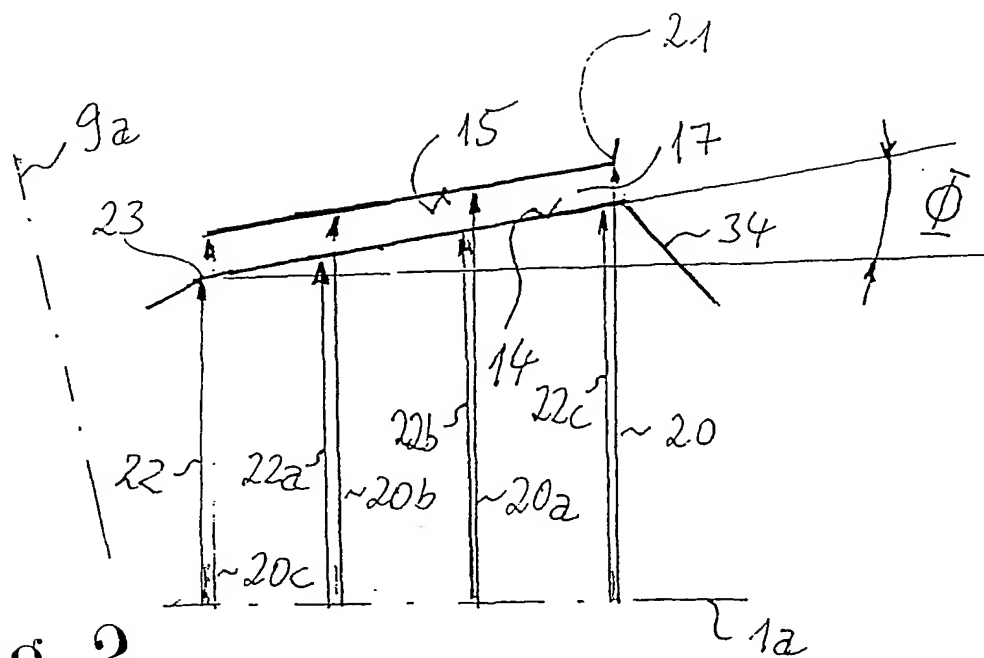


Fig. 2

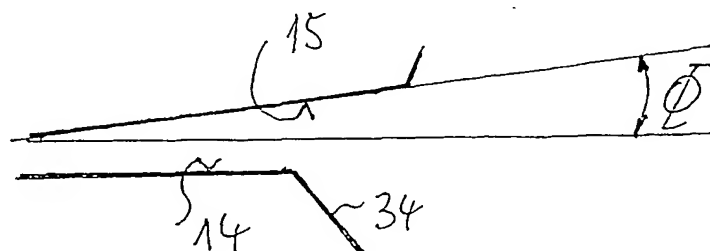
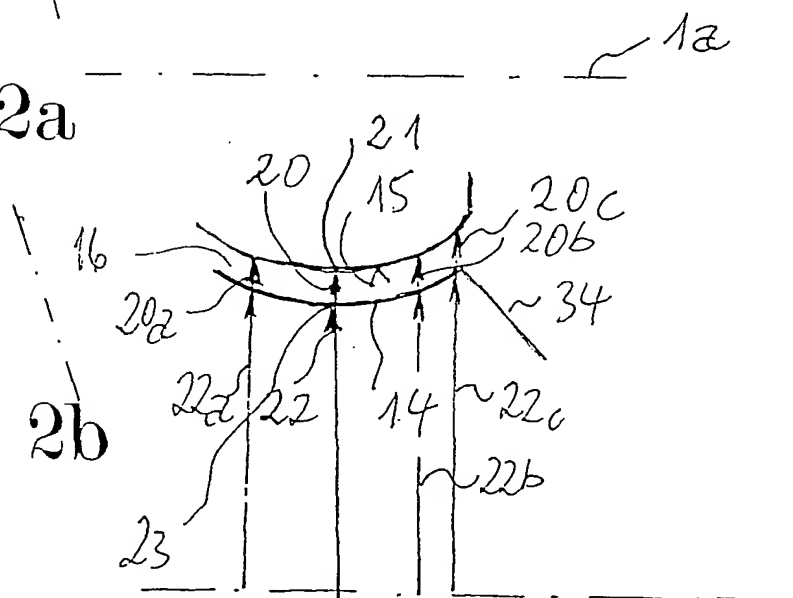


Fig. 2a

Fig. 2b



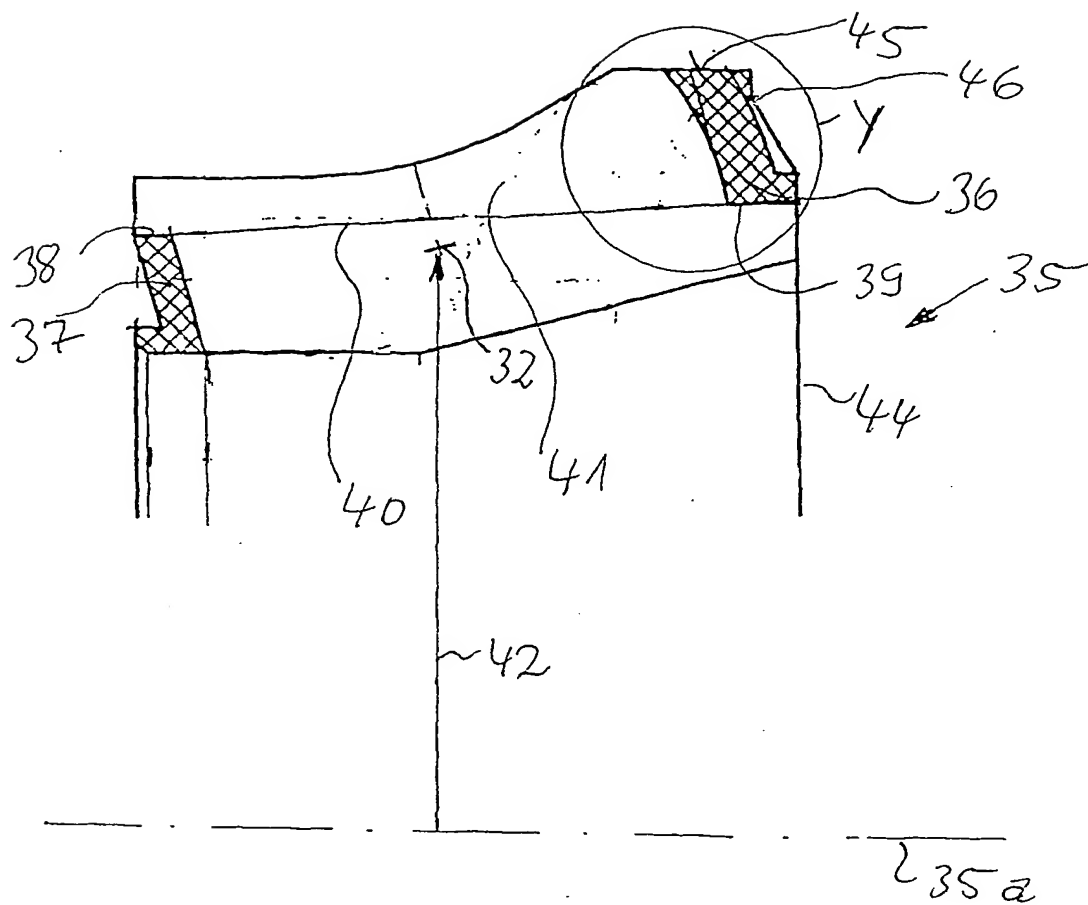


Fig. 3

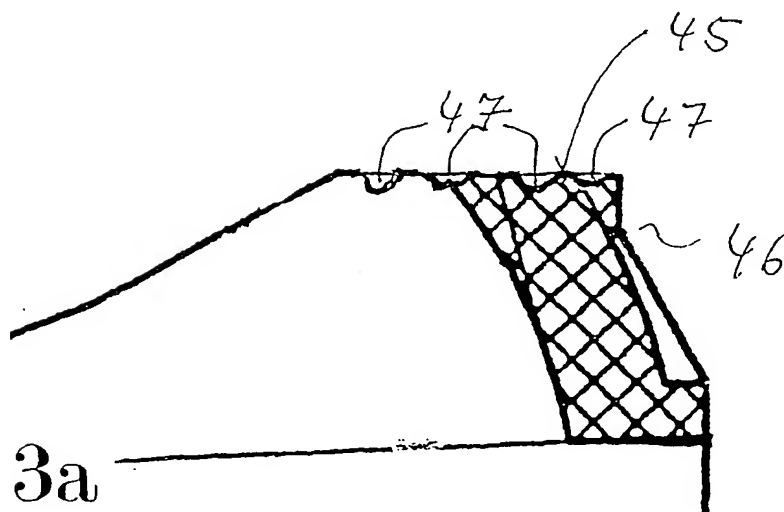


Fig. 3a